



SCHWEIZERISCHE EIDGENÖSSENSCHAFT

## EIDG. AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

## PATENTSCHRIFT

Veröffentlicht am 3. Januar 1945

Gesuch eingereicht 29. Mai 1941, 19 Uhr. — Patent eingetragen: 30. September 1944.  
(Priorität: Deutsches Reich, 29. Juli 1940.)

**HAUPTPATENT**

Firma: J. Eberspächer, Esslingen am Neckar (Deutsches Reich).

**Einrichtung zur Dämpfung des Schalles von Leitungen mit glattem Durchgang unter Verwendung von an die letzteren angeschlossenen Resonatoren.**

Es ist bekannt, zur Dämpfung des Schalles in Leitungen mit glattem Durchgang Resonatoren zu verwenden, welche an die Leitungen angeschlossen werden und als Abzweigfilter wirken. Trotz dieser Mittel ist es bis heute nicht gelungen, einen breiten Dämpfungsbereich zu erzielen, da die Kopplung mehrerer Resonatoren nur zur Ausdämpfung einzelner Frequenzen bzw. einzelner kleiner Frequenzbereiche geführt hat.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Einrichtung zur Dämpfung des Schalles in Leitungen mit glattem Durchgang unter Verwendung von an die letzteren angeschlossenen Resonatoren verschiedener Eigenfrequenz. Diese Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der Erzielung einer mindestens angenähert rechteckigen Bandfilterkurve die Resonatoren derart gebaut sind, daß deren Volumen sich umgekehrt verhalten wie ihre zugehörigen Eigenfrequenzen.

Auf der Zeichnung ist eine beispielsweise Ausführungsform der erfundungsgemäßen Einrichtung schematisch dargestellt, und zwar zeigt:

Fig. 1 ein Leitungsstück mit drei an dieses angeschlossenen Resonatoren verschiedener Ausbildung und

Fig. 2 eine Bandfilterkurve entsprechend dem mittels zweier Resonatoren erzielten Dämpfungsvorgang.

Mit 1 ist eine Leitung bezeichnet, welche von links nach rechts von einem Medium durchflossen wird. Dieses Medium verursacht beim Durchgang bekanntlich Schallschwingungen. An diese Leitung sind nacheinander drei Resonatoren 2, 4 und 6 angeschlossen. Der Resonator 2 ist mittels drei Röhrchen 3 mit der Leitung 1 verbunden und dient zur Dämpfung der tieferen Frequenzen. Der Resonator 4 ist zur Dämpfung mittlerer Frequenzen vorgesehen und steht über eine Anzahl Löcher 5 in der Wandung der Leitung.

BEST AVAILABLE COPY

tung 1 mit der letzteren in Verbindung. Zur Dämpfung höherer Frequenzen dient der dritte Resonator 6, der als die Leitung 1 umschließender zylindrischer Hohlkörper ausgebildet ist, und über eine große Anzahl feiner Löcher 7 verbunden ist. Die Volumina der Resonatoren 2, 4 und 6 verhalten sich umgekehrt wie die zugehörigen Eigenfrequenzen. Daher ist das Volumen des Resonators 2 größer als dasjenige des Resonators 4 und letzteres größer als das Volumen des Resonators 6. Es können sämtliche Resonatoren an der Leitung 1 angeordnet sein, wie dies bei den Resonatoren 2 oder 4 der Fall ist. Die Resonatoren können aber auch um die Leitung 1 herum angeordnet sein, wie dies beim Resonator 6 der Fall ist. Es kann aber auch abwechselungsweise die eine oder andere der beschriebenen Ausführungen vorgesehen sein.

Im folgenden wird die angegebene Vorschrift über das Verhältnis der Volumina und der Eigenfrequenzen näher erläutert.

Die Dämpfungskonstante eines an eine Leitung angeschlossenen Resonators berechnet sich nach einer Veröffentlichung von Dr. Ing. Max Bentle unter dem Titel „Schalldämpfer für Rohrleitungen“. VDI-Verlag 1938. nach der Gleichung:

$$c = \frac{c \cdot V}{4 \cdot F^2}$$

in welcher Gleichung bedeuten:

$c$  = Gesamtleitwert der Öffnungen,

$V$  = angeschlossenes Volumen.

$F$  = Querschnitt der durchströmten Leitung.

Aus der in der genannten Veröffentlichung angegebenen Dämpfungsformel ergibt sich, daß zwei Resonatoren mit gleichem  $c$  auch gleiche in Oktaven gemessene Dämpfungsbreiten haben. Die relativ günstigste Dämpfung des Schalles in einer Leitung ergibt sich, wenn mittels der an diese angeschlossenen Resonatoren ein möglichst angenähert rechteckiger Dämpfungsverlauf erreicht wird. In Fig. 2 ist ein solcher Fall bei der Verwendung zweier Resonatoren verschiedener Eigenfrequenz dargestellt, deren Vol-

umen sich umgekehrt verhalten wie die zugehörigen Eigenfrequenzen. In dieser Figur stellt die gestrichelte Linie die resultierende Dämpfung dar, die im Bereich zwischen den beiden praktisch in einer Höhe von zirka 35 db. liegenden Scheitelpunkten angenähert rechteckig verläuft, wobei die Frequenz  $f$  in Hz auf der Abszissenachse in logarithmischen Maßstab aufgetragen ist. Obgleich die Dämpfung in der Resonanz theoretisch unendlich wird, ergibt sich bei praktischen Versuchen wegen der in der Formel nicht enthaltenen Reibungsdämpfung ein endlicher Wert, und zwar bei verschiedenen Resonatoren mit gleichem  $c$  derselbe Wert, z. B. zirka 35 db. Aus diesem Grunde werden zwei Resonatoren so dimensioniert, daß sie die gleiche Dämpfungskonstante haben. Dann muß in der obengenannten Formel für  $c$  bei unverändert bleibendem Strömungsquerschnitt  $F$  lediglich das Produkt  $c \cdot V$  konstant sein. Für zwei verschiedene Resonatoren muß somit gelten:

$$(1) \quad c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \quad 70$$

Werden mit  $f_1$  und  $f_2$  die Eigenfrequenzen der beiden Resonatoren bezeichnet, so berechnet sich deren Verhältnis zueinander nach der bekannten Gleichung:

$$(2) \quad f_1 : f_2 = \sqrt{\frac{c_1}{V_1}} : \sqrt{\frac{c_2}{V_2}} \quad 75$$

Aus den Gleichungen (1) und (2) ergibt sich

$$(3) \quad f_1 : f_2 = \sqrt{\frac{c_2 \cdot V_2}{V_1^2 \cdot c_1}} = V_2 : V_1 \quad 80$$

d. h. daß sich die Volumen zweier Resonatoren umgekehrt verhalten müssen wie die Eigenfrequenzen dieser Resonatoren. Es genügt noch nicht, daß die einzelnen Resonatoren gleiche Dämpfungsmaxima und Breite haben, damit sich die Kurven auf die in Fig. 2 dargestellte Art superponieren. Dazu sind noch ein zweckmäßiger Abstand der Dämpfungsmaxima und passende Flankensteilheit erforderlich. Versuche haben gezeigt, daß es zweckmäßig ist, daß die an einer Leitung angeschlossenen Resonatoren derart gegeneinander abgestimmt sind, daß das Verhältnis

der Eigenfrequenzen zweier unmittelbar aufeinanderfolgender Resonatoren nicht größer ist als 2 : 1. Unter zusätzlicher Einhaltung dieser Bedingung sind Dämpfungskurven von mindestens angenähert gleicher Breite in Oktaaven und praktisch gleicher Höhe erhalten worden, welche die in Fig. 2 dargestellte Bandfilterkurve ergeben haben, aus welcher ersichtlich ist, daß die Dämpfung der Einrichtung von einer bestimmten Frequenz an einsetzt und über die ganze wirksame Bandbreite praktisch konstant bleibt.

Die beschriebene Einrichtung, die aus zwei oder mehr Resonatoren bestehen kann, läßt sich überall dort anwenden, wo bei durchströmenden Medien in Leitungen Schall auftritt, wobei diese Medien flüssig, gasförmig oder auch feste Körper in feiner Verteilung sein können. Der Schall kann vor dem Eintritt des Mediums in die mit der Einrichtung versehenen Leitung schon vorhanden sein oder erst in dieser entstehen. Versuche haben gezeigt, daß die Einrichtung in beiden Fällen wirksam ist.

#### 25 PATENTANSPRUCH:

Einrichtung zur Dämpfung des Schalles von Leitungen mit glattem Durchgang unter Verwendung von an die letzteren angeschlossenen Resonatoren verschiedener Eigenfrequenz, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der Erzielung einer mindestens angenähert rechteckigen Bandfilterkurve die Re-

sonatoren derart gestaltet sind, daß deren Volumen sich umgekehrt verhalten wie ihre zugehörigen Eigenfrequenzen.

26

#### UNTERANSPRÜCHE:

1. Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß zur Dämpfung tieferer Frequenzen ein Resonator vorgesehen ist, der durch Röhrchen mit der Leitung in Verbindung steht.

2. Einrichtung nach Patentanspruch und Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Dämpfung mittlerer Frequenzen ein Resonator vorgesehen ist, der über Löcher in der Leitung mit dieser verbunden ist.

3. Einrichtung nach Patentanspruch und Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Dämpfung höherer Frequenzen ein Resonator vorgesehen ist, der unter zahlreiche kleinere Löcher in der Leitung mit dieser letzteren verbunden ist.

4. Einrichtung nach Patentanspruch und Unteransprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einzelne der verwendeten Resonatoren seitlich der Leitung angeordnet sind.

5. Einrichtung nach Patentanspruch und Unteransprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einzelne der verwendeten Resonatoren um die Leitung herum angeordnet sind.

Firma: J. Eberspächer.

Vertreter: W. Rossel, Zürich.

BEST AVAILABLE COPY

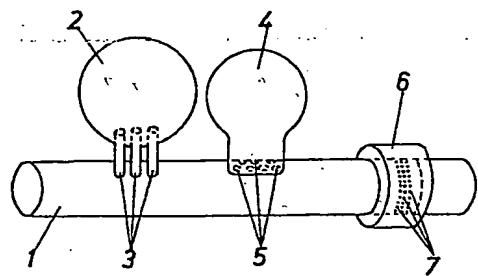


Fig. 1

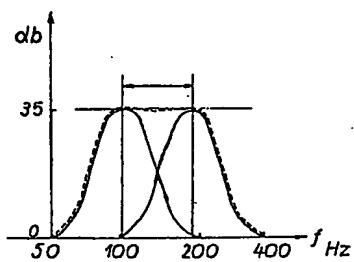


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY